

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 32 685.1

**Anmeldetag:** 18. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** J. Eberspächer GmbH & Co KG,  
Esslingen/DE

**Bezeichnung:** Heizsystem für ein Fahrzeug

**IPC:** B 60 H 1/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. April 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Ebert

## Heizsystem für ein Fahrzeug

### Beschreibung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Heizsystem für ein Fahrzeug, umfassend ein Heizluftgebläse zur Erzeugung eines in einen Fahrzeuginnenraum einzuleitenden Heizluftstroms sowie ein Heizgerät mit einer Wärmetauscheranordnung zur Erwärmung des durch das Heizluftgebläse geförderten Heizluftstroms.

10

15

Beim Aufbau derartiger Heizsysteme für Fahrzeuge tritt häufig der Fall auf, dass verschiedene Systembereiche durch verschiedene Zulieferer bereitgestellt werden, wobei diese verschiedenen Systembereiche dann miteinander verknüpft werden müssen. So kann beispielsweise das Heizgerät mit der zugeordneten Wärmetauscheranordnung einerseits einen selbständigen Systembereich darstellen, und das Heizluftgebläse, ggf. kombiniert mit einer Klimatisierungsanordnung, kann einen weiteren selbständigen Systembereich darstellen. Diese beiden Systembereiche müssen dann so miteinander betrieben werden, dass sich der gewünschte Betrieb einstellt, beispielsweise der Fahrzeuginnenraum eines das Gesamtsystem aufweisenden Fahrzeugs im Standheizmodus oder im Zuheizmodus möglichst schnell auf die gewünschte Temperatur gebracht werden kann. Für die Ansteuerung der beiden angesprochenen Systembereiche stehen verschiedene

20

25

30

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Heizsystem für ein Fahrzeug bereitzustellen, das bei ansteuerungstechnisch minimaler Ver-

knüpfung verschiedener Systembereiche eine effiziente Betriebscharakteristik aufweist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch ein  
5 Heizsystem für ein Fahrzeug, umfassend ein Heizluftgebläse zur Erzeugung  
eines in einen Fahrzeuginnenraum einzuleitenden Heizluftstroms, ein Heiz-  
gerät mit einer Wärmetauscheranordnung zur Erwärmung des durch das  
Heizluftgebläse geförderten Heizluftstroms, eine Fahrzeuginnenraum-  
temperatursensoranordnung zur Erzeugung einer im Zusammenhang mit der  
10 Temperatur im Fahrzeuginnenraum stehenden Ausgabe, eine Fahrzeug-  
innenraumsolltemperaturvorgabeanordnung, eine Heizluftstromtemperatur-  
sensoranordnung zur Erzeugung einer im Zusammenhang mit der Austritts-  
temperatur des durch das Heizgerät erwärmten Heizluftstroms stehenden  
zweiten Ausgabe, eine Ansteueranordnung, welche dazu ausgebildet ist,  
15 die Förderleistung des Heizluftgebläses beruhend auf der ersten Ausgabe  
und der durch die Fahrzeuginnenraumsolltemperaturvorgabeanordnung  
vorgegebenen Fahrzeuginnenraumsolltemperatur einzustellen und die Heiz-  
leistung des Heizgeräts beruhend auf der zweiten Ausgabe einzustellen.

20 Wesentlich für die erfindungsgemäße Anordnung ist, dass die beiden  
Systembereiche Heizluftgebläse einerseits und Heizgerät andererseits  
grundsätzlich beruhend auf verschiedenen Größen angesteuert werden und  
nicht in unmittelbarer Art und Weise eine in einem der Systeme verarbei-  
tende Größe auch im anderen System zur Ansteuerung genutzt wird. Da-  
25 durch können die beiden Systeme sowohl in aufbautechnischer als auch in  
ansteuerungstechnischer Hinsicht weitestgehend entkoppelt werden, was  
das Bereitstellen als grundsätzlich auch autark arbeitende Modulbereiche  
ermöglicht.

30 Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass eine Heizluftstromsollaustritts-  
temperatur vorgegeben ist und dass die Ansteueranordnung das Heizgerät  
beruhend auf der zweiten Ausgabe und der Heizluftstromsollaustrittstembe-

ratur ansteuert. Um hier eine möglichst rasche Erwärmung eines Fahrzeuginnenraums erhalten zu können, wird vorgeschlagen, dass die Heizluftstromsollaustrittstemperatur im Bereich von 60°C bis 90°C fest vorgegeben ist. Die Heizluftstromsollaustrittstemperatur ist also in dem erfindungsgemäßen System eine grundsätzlich fest vorgegebene oder vorgebbare Größe, die beispielsweise aus konstruktiven Parametern, wie z. B. den eingesetzten Materialien für die den Heizluftstrom führenden Kanäle, resultiert. Sie ist grundsätzlich aber unabhängig beispielsweise von der Fahrzeuginnenraumsolltemperatur. Dies wiederum bedeutet, dass bei einerseits vorgegebener Heizluftstromsollaustrittstemperatur und andererseits fest vorgegebener Fahrzeuginnenraumsolltemperatur im Wesentlichen die Einstellung der Fahrzeuginnenraumsolltemperatur dadurch beeinflusst wird, mit welcher Förderleistung das Heizluftgebläse arbeitet. Die Förderleistung des Heizluftgebläses wiederum gibt indirekt vor, mit welcher Heizleistung das Heizgerät betrieben werden muss, um die grundsätzlich fest vorgegebene Heizluftsollaustrittstemperatur, welche die wesentliche Eingangsgröße zur Ansteuerung des Heizgeräts bildet, erlangen zu können. Ein geringerer Heizluftstrom erfordert bei vorgegebener Eintrittstemperatur der Heizluft vor Eintritt in die Wärmetauscheranordnung eine geringere Heizleistung und umgekehrt.

Grundsätzlich ist also vorzugsweise bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung eines Heizsystems vorgesehen, dass die Förderleistung des Heizluftgebläses bzw. eine diese repräsentierende Größe keine der Ansteuerung des Heizgeräts zu Grunde zu legende Eingangsgröße für die Ansteueranordnung bildet. Daraus resultiert gemäß einem weiteren vorteilhaften Aspekt der vorliegenden Erfindung die Möglichkeit, dass die Ansteueranordnung ein erstes Ansteuergerät zur Ansteuerung des Heizluftgebläses und ein zweites Ansteuergerät zur Ansteuerung des Heizgeräts umfasst, wobei das erste Ansteuergerät die erste Ausgabe und die Fahrzeuginnenraumsolltemperatur als Eingangsgrößen aufweist und das zweite Ansteuergerät die zweite Ausgabe und die Heizluftsollaustrittstemperatur als Eingangsgrößen auf-

weist. Man erkennt also, dass die beiden Systembereiche, welchen auch physikalisch voneinander getrennt ausgebildete Ansteuergeräte zugeordnet sind, auf der Grundlage unterschiedlicher Eingangsgrößen arbeiten und es beispielsweise nicht erforderlich ist, die durch die erste Ansteuervorrichtung vorgegebene Förderleistung des Heizluftgebläses auch als Ansteuergrundlage für die Heizleistung des Heizgeräts zu verwenden.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die beiliegende Figur detailliert beschrieben, welche ein erfindungsgemäßes Heizsystem in prinzipieller Hinsicht darstellt.

Das in der Figur dargestellte Heizsystem 10 umfasst als wesentlichen Bestandteil ein mit Strichlinie umgebenes Temperiermodul 12. Dieses Temperiermodul 12 nimmt zu temperierende Luft einerseits von einem schematisch angedeuteten Fahrzeuginnenraum 14 wie durch einen Strömungspfeil 16 angedeutet auf und andererseits vom Außenraum, wie durch einen Strömungspfeil 18 verdeutlicht. In einem Mischer 20 werden diese beiden Luftströme vermischt und zu einem Heizgerät 22 geleitet. Dies geschieht unter der Förderwirkung eines stromabwärts des Heizgerätes vorgesehenen Gebläses 24. Es wird somit ein eine Wärmetauscheranordnung 26 des Heizgerätes 22 durchströmender Luftstrom erzeugt, der, wie durch einen Strömungspfeil 28 angedeutet, in den Fahrzeuginnenraum eintritt.

Zum Aufbau des Heizgeräts 22 an sich sei ausgeführt, dass dieses von herkömmlichem Aufbau sein kann und einen nur schematisch angedeuteten Heizbrenner 30 aufweisen kann, dem über eine Dosierpumpe 32 zu verbrennender Brennstoff zugeführt wird und über ein Verbrennungsluftgebläse 34 die zur Verbrennung mit dem zugeführten Brennstoff erforderliche Verbrennungsluft zugeführt wird. Der Heizbrenner 30 kann ein Zerstäuberbrenner oder ein Verdampferbrenner sein, wobei dem Heizbrenner 30 zum Zünden desselben ein Zündorgan 36, beispielsweise Glühzündstift, zu-

geordnet ist. Ferner kann diesem ein Flammfühler 38 zugeordnet sein, während der Wärmetauscheranordnung 26 ein Überhitzungsfühler 40 zugeordnet sein kann. Das Heizgerät 22 an sich steht zusammen mit der Dosierpumpe 32 und dem Heizluftgebläse 34 unter der Ansteuerung eines allgemein mit 42 bezeichneten Heizgeräts. Auch der in der Startphase des Heizgeräts 22 zu aktivierende Glühzündstift 36 steht unter der Ansteuerung des Ansteuergeräts 42. Neben den Ausgaben der bereits angesprochenen Sensoren 38, 40 empfängt das Ansteuergerät 32 ferner eine Ausgabe von einem Austrittstemperatursensor 44, welcher die Temperatur des Luftstroms erfasst, nachdem dieser die Wärmetauscheranordnung 26 durchströmt hat. Es ist selbstverständlich, dass der Austrittstemperatursensor 44 auch stromaufwärts des Gebläses 24 angeordnet sein kann bzw. die Temperatur des Luftstroms stromaufwärts bezüglich dieses Gebläses 24 erfassen kann.

Ein weiteres Steuergerät 46 ist dem Gebläse 24 zugeordnet, was bedeutet, dass das Gebläse 24 durch Erzeugung entsprechender Ansteuerbefehle gemäß der Vorgabe des Ansteuergeräts 46 betrieben wird. Das Ansteuergerät 46, welches weiterhin auch den Mischer 20 zum Einstellen des Umluft/Frischluft-Verhältnisses ansteuern kann, empfängt verschiedene Eingangsgrößen. Dies ist zum einen eine Ausgabe eines Temperatursensors 48, der die Temperatur des in die Wärmetauscheranordnung 26 eintretenden Luftstroms erfasst. Ferner gibt ein Innenraumtemperatursensor 50 seine Ausgabe in die Ansteuervorrichtung 46 ein. Eine Startvorgabeanordnung 52, beispielsweise ein Bedienschalter, kann ein Signal erzeugen, welches dem Ansteuergerät 46 anzeigt, dass das Heizsystem 10 beispielsweise in einem Standheizungsmodus oder einem Zuheizmodus betrieben werden soll. Eine entsprechende Information kann auch durch eine programmierbare Zeitschaltuhr 54 generiert werden. Diese die Startphase des Heizbetriebs repräsentierende Information kann auch dem Steuergerät 42 zugeführt werden, entweder direkt von den Bereichen 52, 54, oder unter Vermittlung des Ansteuergeräts 46. Des Weiteren empfängt das Ansteuergerät 46 aus einer Fahrzeuginnenraumsolltemperaturvorgabeanordnung 56,

beispielsweise einem Temperaturwahlschalter, Information darüber, auf welche Temperatur der Fahrzeuginnenraum erwärmt werden soll bzw. bei welcher Temperatur er gehalten werden soll. Eine Frischluft/Umluft-Verhältnisswahlordnung 58 ermöglicht die Vorgabe eines bestimmten Verhältnisses von Frischluft zu Umluft bzw. das Arbeiten beispielsweise im Frischluftmodus oder im Umluftmodus. Die Anordnungen 52, 56, 58 können beispielsweise manuell betätigbare Anordnungen sein, können jedoch auch implementiert sein in Form eines Ansteuersystembereichs, der entsprechende Vorgaben generiert und als zu verarbeitende Informationen für das Ansteuergerät 46 bereitstellt, so dass beispielsweise diese Anordnungen auch Teil des Ansteuergeräts 46 selbst sein können.

Im Folgenden wird der Betrieb des in der Figur dargestellten erfindungsgemäßen Heizsystems 10 anhand des Standheizbetriebs detaillierter erläutert. Dazu sei beispielsweise angenommen, dass entweder durch die Zeitschaltuhr 54 oder die Anordnung 52 ein Einschaltbefehl generiert wird, d. h. ein Befehl, der signalisiert, dass der Heizbetrieb begonnen werden soll. Da davon auszugehen ist, dass der Standheizmodus nur bei vergleichsweise geringer Außentemperatur vorgenommen wird und dass beispielsweise durch Sonneneinstrahlung der Fahrzeuginnenraum bereits in gewisser Weise vorgewärmt ist und insofern die darin enthaltene Luft eine höhere Temperatur aufweisen wird, als die Außenluft, kann durch die Anordnung 58 vorgegeben werden, dass im Umluftmodus gearbeitet wird, was dadurch umgesetzt werden kann, dass durch den Mischer 20 entweder nur die vom Fahrzeuginnenraum 14 abgezogene Umluft eingeleitet wird oder diese Umluft unter Beimengung eines geringen Frischluftanteils von beispielsweise 15% genutzt wird und zur Wärmetauscheranordnung 26 geleitet wird. Ferner erzeugt die Anordnung 56 eine Fahrzeuginnenraumsolltemperatur, die beispielsweise bei +20°C liegen kann.

Die Information, dass der Standheizbetrieb begonnen werden soll, wird, wie vorangehend bereits geschildert, auch zum Heizgerät 42 geleitet, so

dass dieses nunmehr durch Erregen der Dosierpumpe 32, des Verbrennungsluftgebläses 34 und des Glühzündstifts 36 das Heizgerät 22 in Betrieb setzt. Mit dem Inbetriebsetzen des Heizgeräts 22 oder beispielsweise dann, wenn durch den Flammfühler 38 erkannt wird, dass der Heizbrenner 30 gezündet hat und somit das Heizgerät 22 in einem Zustand ist, in welchem in der Wärmetauscheranordnung 26 Verbrennungswärme auf den dieses durchsetzenden Luftstrom übertragen werden kann, aktiviert das Steuergerät 46 das Gebläse 24, um eine Luftzirkulation bzw. Luftströmung zu generieren. Die Förderleistung des Gebläses 24 wird dabei im Wesentlichen bestimmt durch die Differenz zwischen der Fahrzeuginnenraumsolltemperatur, vorgegeben durch die Anordnung 56, und der Fahrzeuginnenraumtemperatur, erfasst durch die Sensoranordnung 50. Je größer diese Temperaturdifferenz ist, desto größer wird die Förderleistung des Gebläses 24 eingestellt, um sicherzustellen, dass eine relativ große in den Fahrzeuginnenraum 14 eingeleitete Menge erwärmter Luft eine möglichst schnelle Erwärmung des Fahrzeuginnenraums 14 bewirken kann, d. h. ein möglichst schnelles Heranführen der durch die Sensoranordnung 50 erfassten Isttemperatur an die Fahrzeuginnenraumsolltemperatur.

Im Steuergerät 42 ist für die Solltemperatur des die Wärmetauscheranordnung 26 verlassenden Luftstroms ein Wert vorgegeben. Dieser z.B. fest und unveränderbar vorgegebene Wert ist so ausgewählt, dass die die Wärmetauscheranordnung 26 verlassende und in ein im Allgemeinen aus Kunststoffmaterial aufgebautes Rohrleitungssystem einströmende Luft nicht zu thermisch bedingten Verformungen verschiedener Kunststoffkomponenten führen kann. Es sei beispielsweise angenommen, dass diese Solltemperatur bei 65°C liegt. Angestrebt ist jedoch hier eine Temperatur im Bereich von bis zu 80°C. Das Heizgerät 42 vergleicht diese Solltemperatur mit der mittels der Sensoranordnung 44 erfassten Isttemperatur des Luftstroms und verändert, je nach Vergleichsergebnis, die durch Verbrennung im Heizbrenner 30 freigesetzte Wärmeenergiemenge und infolgedessen die Heizleistung des Heizgeräts 22. Die zum Erreichen dieser fest



vorgegebenen Solltemperatur erforderliche Heizleistung wird im Wesentlichen abhängen von der Eintrittstemperatur, mit welcher die Luft in die Wärmetauscheranordnung 26 eintritt, und von dem Luftmassenstrom, welcher die Wärmetauscheranordnung 26 durchsetzt. Je mehr Luft diese  
5 Wärmetauscheranordnung 26 durchsetzt, desto mehr Wärmeenergie muss mittels des Heizbrenners 30 bereitgestellt werden, um am Austrittsbereich bzw. zur Einleitung in den Fahrzeuginnenraum 14 die gewünschte Solltemperatur beispielsweise im Bereich von 65°C zu erlangen. Daraus folgt aber, dass, obgleich das das Gebläse 24 ansteuernde Heizgerät 46  
10 keinen direkten Einfluss auf den Betrieb des Heizgeräts 22 hat, da keine entsprechende Ansteuerverbindung besteht, die durch das Ansteuergerät 46 für das Gebläse 24 vorgegebene Förderleistung einen Einfluss auf die Temperatur der die Wärmetauscheranordnung 26 verlassenden Luft haben wird und insofern gemäß der Erfassung dieser Temperatur das Steuergerät  
15 42 beispielsweise bei Erhöhung der Förderleistung des Gebläses 24 in entsprechender Weise die Heizleistung des Heizgeräts 22 bzw. des Brenners 30 desselben nachführen wird. Insofern besteht zwischen der Ansteuercharakteristik des Steuergeräts 46 und der Ansteuercharakteristik des Steuergeräts 42 für die beiden von diesen Steuergeräten betriebenen  
20 Systembereiche ein enger Zusammenhang, obgleich keines dieser Steuergeräte durch entsprechende Vorgabe von Ansteuergrößen eine Ansteuerung im anderen Systembereich vornimmt. Dies ermöglicht es, das Heizgerät 22 mit dem diesem zugeordneten Steuergerät 42 und selbstverständlich auch der Dosierpumpe 32 und dem Verbrennungsluftgebläse 34 als einen im  
25 Wesentlichen selbständig aufgebauten und auch autark arbeitenden Systembereich in ein Gesamtsystem einzugliedern. Ansteuerungstechnische Änderungen im Bereich des Steuergeräts 46 für das Gebläse 24 sind dadurch nicht erforderlich.

30 Es sei darauf hingewiesen, dass selbstverständlich zusätzlich zu den vorangehenden jeweils der Ansteuerung der verschiedenen Systembereiche zu Grunde liegenden Eingangsgrößen, jeweils umfassend Messgrößen einer-

seits und entweder fest vorgegebene oder variabel vorgebbare Sollwerte  
andererseits, in den verschiedenen Steuergeräten 42 bzw. 46 noch zusätz-  
liche Informationen, wie z. B. die Temperatur der in die Wärmetauscher-  
anordnung 26 eintretenden Luft, erfasst durch die Sensoranordnung 48,  
5 herangezogen werden können, ebenso wie weitere externe Parameter, wie  
Außenlufttemperatur, Außenluftdruck und dergleichen. Es ist selbstver-  
ständlich, dass das in der Figur dargestellte System noch weitere Bereiche,  
wie z. B. in Zuordnung zum Gebläse 24 eine Klimatisierungseinheit um-  
fassen kann, die dann auch vom Steuergerät 46 angesteuert werden kann.  
10 Auch ist es selbstverständlich möglich, beispielsweise das Gebläse 24  
stromaufwärts bezüglich der Wärmetauscheranordnung 26 anzuordnen.

## Ansprüche

1. Heizsystem für ein Fahrzeug, umfassend:

- 5       - ein Heizluftgebläse (24) zur Erzeugung eines in einen Fahrzeuginnenraum (14) einzuleitenden Heizluftstroms,
- ein Heizgerät (22) mit einer Wärmetauscheranordnung (26) zur Erwärmung des durch das Heizluftgebläse (24) geförderten Heizluftstroms,
- 10       - eine Fahrzeuginnenraumtemperatursensoranordnung (50) zur Erzeugung einer im Zusammenhang mit der Temperatur im Fahrzeuginnenraum (14) stehenden Ausgabe,
- eine Fahrzeuginnenraumsolltemperaturvorgabeanordnung (56),
- eine Heizluftstromtemperatursensoranordnung (44) zur Erzeugung einer im Zusammenhang mit der Austrittstemperatur des durch das Heizgerät (22) erwärmten Heizluftstroms stehenden zweiten Ausgabe,
- 15       - eine Ansteueranordnung (42, 46), welche dazu ausgebildet ist, die Förderleistung des Heizluftgebläses (24) beruhend auf der ersten Ausgabe und der durch die Fahrzeuginnenraumsolltemperaturvorgabeanordnung (56) vorgegebenen Fahrzeuginnenraumsolltemperatur einzustellen und die Heizleistung des Heizgeräts (22) beruhend auf der zweiten Ausgabe einzustellen.

25

2. Heizsystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass eine Heizluftstromsollaustrittstemperatur vorgegeben ist und dass die Ansteueranordnung (42, 46) das Heizgerät (22) beruhend auf der zweiten Ausgabe und der Heizluftstromsollaustrittstemperatur ansteuert.

30

3. Heizsystem nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass die Heizluftstromsollaustrittstemperatur im Bereich von 60°C bis 90°C fest vorgegeben ist.

4. Heizsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Förderleistung des Heizluftgebläses (24) beziehungsweise eine diese repräsentierende Größe keine der Ansteuerung des Heizgeräts (22) zu Grunde zu legende Eingangsgröße für die Ansteueranordnung (42, 46) bildet.
- 10 5. Heizsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteueranordnung (42, 46) ein erstes Ansteuergerät (46) zur Ansteuerung des Heizluftgebläses (24) und ein zweites Ansteuergerät (42) zur Ansteuerung des Heizgeräts (22) umfasst, wobei das erste Ansteuergerät (46) die erste Ausgabe  
15 und die Fahrzeuginnenraumsolltemperatur als Eingangsgrößen aufweist und das zweite Ansteuergerät (42) die zweite Ausgabe und die Heizluftsollaustrittstemperatur als Eingangsgrößen aufweist.

## Zusammenfassung

- 5 Ein Heizsystem für ein Fahrzeug umfasst ein Heizluftgebläse (24) zur Erzeugung eines in einen Fahrzeuginnenraum (14) einzuleitenden Heizluftstroms, ein Heizgerät (22) mit einer Wärmetauscheranordnung (26) zur Erwärmung des durch das Heizluftgebläse (24) geförderten Heizluftstroms, eine Fahrzeuginnenraumtemperatursensoranordnung (50) zur Erzeugung einer im Zusammenhang mit der Temperatur im Fahrzeuginnenraum (14) stehenden Ausgabe, eine Fahrzeuginnenraumsolltemperaturvorgabeanordnung (56),  
10 eine Heizluftstromtemperatursensoranordnung (44) zur Erzeugung einer im Zusammenhang mit der Austrittstemperatur des durch das Heizgerät (22) erwärmten Heizluftstroms stehenden zweiten Ausgabe, sowie eine Ansteueranordnung (42, 46), welche dazu ausgebildet ist, die Förderleistung des Heizluftgebläses (24) beruhend auf der ersten Ausgabe und der durch die Fahrzeuginnenraumsolltemperaturvorgabeanordnung (56) vorgegebenen Fahrzeuginnenraumsolltemperatur einzustellen und die Heizleistung des Heizgeräts (22) beruhend auf der zweiten Ausgabe einzustellen.
- 15

20

( Fig. )

fi 03.07.2002

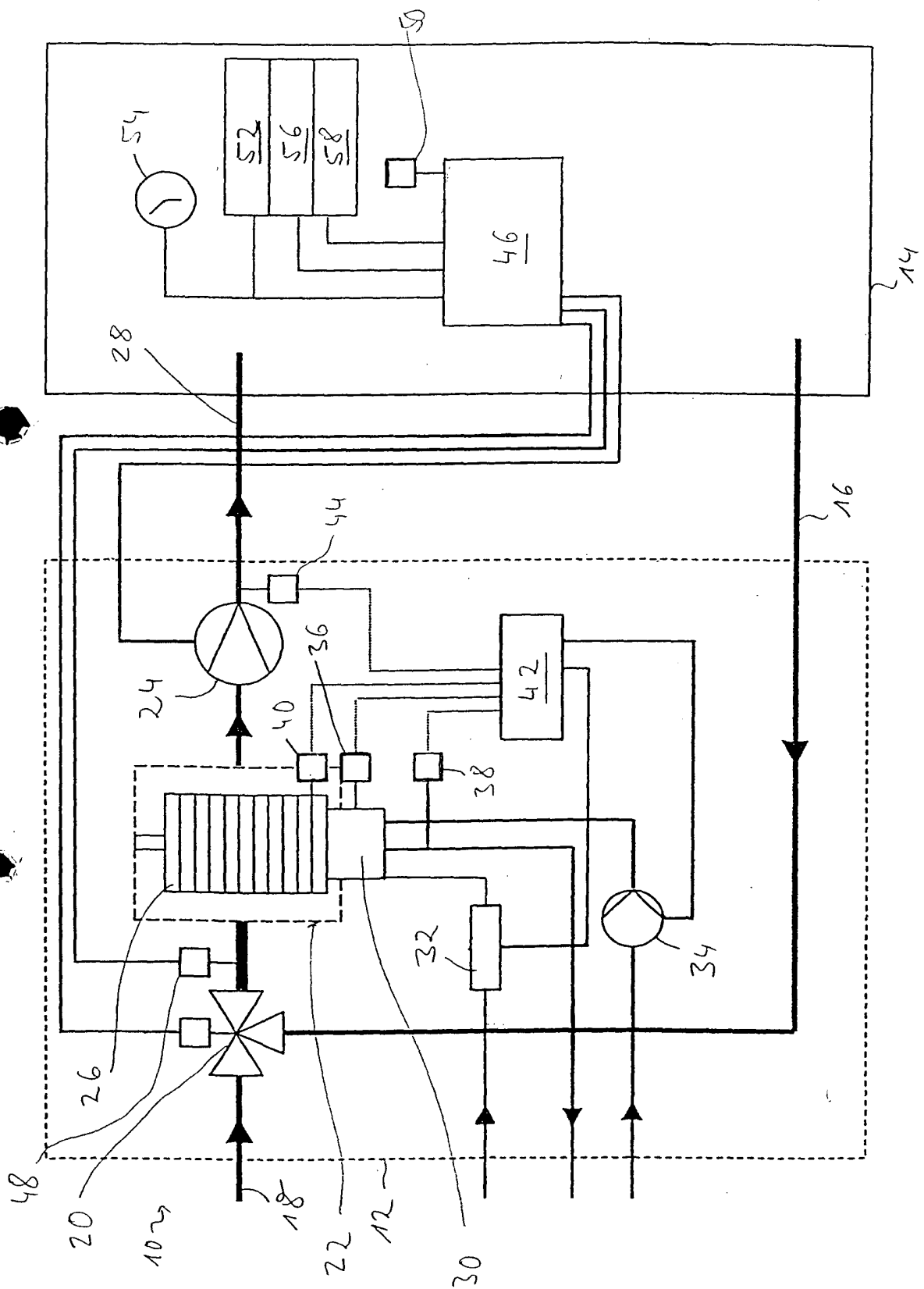


Fig.